

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 DTM00732  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 G03B 27/58  
 F16C 13/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

【氏名】 細江 秀

## 【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100107272

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 敬二郎

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109140

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 研一

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 54182

【出願日】 平成13年 2月28日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052526

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2001-299689

【包括委任状番号】 0101340

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子成形金型及び光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質合金を用いて形成された光学素子成形金型であって、前記非晶質合金の組成に、パラジウムを有することを特徴とする光学素子成形金型。

【請求項2】 前記非晶質合金の組成に、前記パラジウムを30mo1%以上50mo1%以下の割合で含有することを特徴とする請求項1に記載の光学素子成形金型。

【請求項3】 前記非晶質合金の組成に、アルミニウムを3mo1%以下の割合で含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子成形金型。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の光学素子成形金型を用いて成形したことを特徴とする光学素子。

【請求項5】 プラスチック材料を素材とすることを特徴とする請求項4に記載の光学素子。

【請求項6】 ガラス材料を素材とすることを特徴とする請求項4に記載の光学素子。

【請求項7】 レンズであることを特徴とする請求項4乃至6のいずれかに記載の光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子成形金型及び光学素子に関し、特に、所望の光学面を容易に形成でき、又長期間使用できるようにした光学素子用成形金型と、その金型を用いて成形された光学素子に関する。

【0002】

【従来技術】

過冷却液体域を有する非晶質合金（アモルファス合金又は金属ガラスともいう）を用いて、加熱プレス成形により金属ガラス製の光学素子成形金型を創成する

技術が知られている（例えば、本発明者による本願の優先権主張の基礎となる特願2001-054182、特願2001-054183及びそれらを基礎として優先権主張を伴う特許出願参照）。かかる非晶質合金は、300℃～500℃程度の温度範囲で軟化する特性を有するので、比較的容易に押圧して所望の形状に成形することができ、特にプラスチックレンズなどの光学素子用の光学素子成形金型材料としては、光学素子成形時の硬度も十分に高く、また光学面や、高精度にダイセットと嵌合させるべき外周などの寸法基準面を、ダイアモンド切削により極めて良好に創成できるなど、種々の優れた特徴を有する材料といえる。

#### 【0003】

通常の金属であれば結晶化工エネルギーが大きいため、加熱冷却すれば結晶化し、通常は多結晶状態で冷却固化する。これに対し、非晶質合金の場合は、溶融状態から急冷させることにより結晶化の時間を与えずに、溶融液体状態の原子配列のまま固化させてアモルファス状態となる。具体的には、組成が何種類もの結晶を作りやすい多晶系にしてあり、加熱溶融された場合に、互いに結晶化のために組成原子を奪い合うことで結晶核の成長を妨げて、結晶を生じる臨界を大きくし、過冷却液体域を有する状態を維持するものである。この状態では、個々の組成原子が強固に結合していないので、ガラス転移点を有し、再度加熱すると低い温度で軟化する。しかし、前述したように結晶化工エネルギーが充分大きくないと、加熱軟化させる温度程度でただちに結晶化が始まり固化してしまい、成形加工などを行うことはできない。非晶質合金とは、組成を工夫することで結晶化工エネルギーを大きくして加熱軟化したときの結晶化をできる限り遅らせて、過冷却液体状態を長時間保てるような組成にしたものということができる。

#### 【0004】

しかしながら、結晶化を抑制した非晶質合金といえども、加熱軟化の際にはその温度が高ければ高いほど、また軟化時間が長ければ長いほど結晶化を始めやすいという特性がある。従って、加熱軟化させてプレス成形などの加工を行う際には、加熱温度によってその加工時間が限られることとなるので、結晶化が始まる時間が長ければ長いほど加工しやすい非晶質合金ということが出来る。

#### 【0005】

ところで、前述の特許出願に記載したような光学素子成形金型に用いる際には、どのような特性を有する非晶質合金がより適しているかについて、以下に考察する。

## 【0006】

光学素子成形金型において、最も重要なことは、光学素子の光学面を成形するために用いる光学成形面をどのように取り扱うかである。この光学成形面は、プラスチックやガラスなどの光学材料を、射出成形やプレス成形などにより製品光学素子を創成するものである。従って、光学素子の成形時のヒケや光学材料の内部応力による複屈折、金型同士の偏心などによる光学性能の劣化分を考慮すると、光学素子成形金型の光学成形面は、製品としての光学素子の光学面形状よりも許容公差が小さくより理想形状に近いことが要求される。光学素子成形金型の光学成形面の形状誤差は、カメラ用撮像レンズでは、一般的には100~300nm程度であれば足りるが、光情報記録再生装置等のピックアップ用対物レンズでは、50nm以下という高精度が要求される。

## 【0007】

また、光学素子成形金型の光学成形面の表面粗さは、光が散乱しないためには少なくとも波長の1/10以下、できれば1/20以下あることが好ましい。具体的には、光学成形面の一般的な表面粗さは、可視光全域を用いるカメラ用撮像レンズの場合でRz30nm以下、使用波長が650nmであるDVD用ピックアップ対物レンズの場合もRz50nm以下が要求される。また、次世代の光情報記録再生装置として現在盛んに検討されているHD-DVDを光情報記録媒体とした光ピックアップ装置では、使用波長λが405nmであるために、表面粗さRz8nm以下が好ましい。これは、光学面における光の散乱をレーリー散乱Rで表すと、

$$R \propto 1/\lambda^4 \quad (1)$$

であるために、一般的なDVDを光情報記録媒体とする場合に比較して、等価的に6~7倍の表面粗さが必要となることによる。光の散乱状態は、光学成形面の形状にもよるので、これらの表面粗さは目安値ではあるが、光学素子成形金型の光学成形面の表面粗さがこれらの数値を上回る際には散乱により迷光が発生し、

像のコントラストを下げて不鮮明な画像となったり、信号処理に有効な光量が低下してS/Nが悪くなるなどの実害が発生する。

## 【0008】

このように光学素子成形金型の光学成形面は、極めて高い形状精度と極めて高い平滑性が場合によって必要となるので、その創成方法が切削加工や成形加工に関わらず、金型材料には極めて被削性の高い、かつ微細で緻密な組織構造であることが好ましく、また光学成形面の状態が長期にわたって維持されるべく、高い耐酸化性や硬度を有することが好ましい。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来、例えばダイアモンド旋削などの切削加工で、光学素子成形金型の光学成形面を創成する場合、ダイアモンドの拡散摩耗が抑制できる金型材料として、アルミニウム合金や銅などの軟質金属や無電界ニッケルメッキなどが用いられてきた。軟質金属による光学素子成形金型は、硬度が低いので光学成形面に傷が付きやすく、また耐酸化性が低いので切削加工後、数週間で光学成形面の表面が酸化していくなどの欠点を有しているため、光学素子を大量生産する用途には向きであるといえるが、極少量の光学素子を短納期で成形するには十分であるため、かかる用途には用いられることがある。

## 【0010】

実際にダイアモンド旋削する際には、軟質金属材料は多結晶構造で結晶粒界を有しているため、個々の結晶の向きや組成によって硬度がミクロ的に異なるため、切削した表面も粒界の硬度や弾性率などに応じて微小な凹凸（粒界段差）を生じる。そのため、表面粗さとしては非常に鋭利な刃先を有する工具を用いても、 $Rz 10 \text{ nm}$ 程度が表面粗さを良くする限界であり、刃先が少しでも摩耗している場合などでは容易に $Rz 20 \text{ nm}$ を超してしまうという問題がある。又、アルミニウム合金では、どのように生成しても原料鉱石から溶融工程によって材料が作られるため、どうしても不純物を取り除くことが出来ず、特にシリコンなどの不純物による残留オーステナイトは非常に硬度が高く、この部分にダイアモンドの刃先があたるとカケを生じるという問題がある。又、銅の場合は、無酸素銅な

どの特別に純度を向上したグレードの材料を用いる必要があり、コストが増大する。

#### 【0011】

これに対し、無電界ニッケルメッキの場合は、化学メッキによって金型基材表面にニッケルと燐の非晶質合金を形成し、このメッキ層をダイアモンド切削して光学成形面を創成するものである。従って、その組織がアモルファス状であるため結晶粒界が無いので、切削に際して粒界段差は生じないが、化学反応によるメッキ工程で生成されるがために、反応核を基点に微細な球状にニッケル燐の析出が進行し、ミクロ的にはニッケル燐の $m o l$ 比率が異なる粒子で構成された構造となって被削性に僅かな差を生じるので、粒界段差に似た非常に微小な凹凸を生じる。図1に、無電界ニッケルメッキをダイアモンド切削した表面（平面）を原子間力顕微鏡（AFM）で観察した結果を示す。縦方向に工具刃先の切削痕が見られ比較的良好に切削が進んでいるが、切削痕同士の接続部に無数の粒状の凹凸部分が見られ、表面粗さを損ねているのがわかる。この切削面の表面粗さは、 $Rz\ 40.\ 27\ nm$ である。

#### 【0012】

以上のように、従来の光学素子成形金型材料では、ダイアモンド切削加工において、前述した高精度な光学素子を成形するのに十分な光学成形面粗さを得られないことがわかった。次に、過冷却液体域を有する非晶質合金を光学素子成形金型の材料に用いた場合について説明する。

#### 【0013】

非晶質合金は前述したように、アモルファスなので結晶粒界が存在せずダイアモンド切削の被削性が良いという特徴を有する。地金の溶融時には、水素ガスなどが発生してポーラスを形成しやすいため、脱泡剤などを入れて、真空中で加熱するなどの処理が成されている。しかし、過冷却液体状態である加熱軟化時は、大気に触れると組成中のアルミニウムなどが空気と酸化反応して硬い粒を作り、これが組織全体に発生することがある。

#### 【0014】

本発明者は、非晶質合金 $Zr_{60}Cu_{30}Ni_5Al_5$ で、光学素子成形金型

のブランク形状を加熱プレス成形した後に、光学成形面をダイアモンド切削で仕上げ、図2に示すように、その被削面を微分干渉顕微鏡で観察した。観察倍率は200倍である。高被削性の材料の中に石ころのように存在する硬い酸化物の粒子が見られ、ダイアモンドの刃先がそれを引っかけて引きずりながら切削する様子がわかる。粒子は陰影の方向から凸となっているのがわかり、その硬度は周囲よりもかなり高くなっていると思われる。このような状態では、切削加工面に無数の筋状の溝が出来ているので、表面粗さは著しく劣化しており、また、酸化物粒子がダイアモンドの刃先に衝突に近い状態で当たるため、刃先がチッピングしやすく工具寿命を著しく縮める。

#### 【0015】

図3では、同じ切削サンプルのSEM(走査型電子顕微鏡)写真に、EPMA(Electron Probe Micro Analysis:電子線を試料に照射して発生する特性X線のエネルギーと波長により、組成原子を検定する分析方法)で検出したAl分布像を重ねたもので、加工面の粒子と非晶質合金組成のAlの分布がおおむね一致(粒子369個中、312個がAlの濃度の高い位置と一致)し、アルミナの粒子が出来ていることがわかる。他の構成元素では、このような偏在はみられなかった。また、X線回折により粒子を調べた結果、結晶化はしていなかった。非晶質合金を加熱プレス成形して所望の一次形状を得て光学素子の光学面に対応する面をダイアモンド切削加工する際には、その加熱プレス成形工程において、金属材料の組成物の酸化について極めて注意深く行わなければならないことがわかる。

#### 【0016】

加熱プレス成形により光学成形面を成形創成する場合も、酸化物粒子ができると、これを核にして急速に結晶化が進むため、急速に固化して転写ができなくなるばかりか、プレス成形により転写された光学素子の光学面も、光学成形面の多結晶化により平滑性が失われ、くもり面となり光学面として用を成さなくなる。従って、加熱プレス成形による光学面創成に際しても、非晶質合金の組成物の酸化に対して極めて注意深く行う必要がある。

#### 【0017】

本発明は、高被削性、加熱プレス成形性、高硬度、高強度などの非晶質合金の優れた特徴を活かしながら、表面粗さの優れた光学成形面を有し、高効率、高精度、かつ安価に光学素子を成形できる光学素子成形金型及び、それに基づき形成された光学素子を提供することを目的とする。

## 【0018】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光学素子成形金型は、その過冷却液体域を有する非晶質合金の組成に、パラジウムを含むことを特徴とする。

## 【0019】

本発明者は、銳意研究の結果、非晶質合金の光学素子成形金型材料としての優れた特性を活かしながら、利用上不可避である加熱プレス成形工程において、十分な表面粗さを確保できる非晶質合金を得るために、パラジウムを含有させることを思い至ったのである。

## 【0020】

本発明者は、特に光学成形面では、ほんの僅かな酸化でも平滑性が失われてしまうを生じさせることから、このように鏡面性が重要となる光学素子成形金型においては、その材料にパラジウム系非晶質合金を用いることが、非常に有効であるを見いだした。パラジウムは貴金属主成分であるため酸化しにくく、光学素子の加熱プレス成形金型においても極めて扱いやすく、しかも、パラジウムは非晶質合金の合金溶融中では、結晶核を生成しにくく、その結果、材料の結晶化が生じにくいと考えられる。そのため、過冷却液体域で加熱プレス成形したときに、成形温度や保持時間に余裕がとれるので、光学素子成形金型においては精密に光学面を成形転写加工する目的にも好都合の性質を有している。このようなパラジウム系の非晶質合金としては、例えば $Pd_{40}Cu_{30}Ni_{10}P_{20}$ 、 $Pd_{40}Ni_{40}P_{20}$ 、 $Zr_{70}Pd_{30}$ 、 $Pd_{76}Cu_{17}Si_7$ などがあげられるが、パラジウムを含有すれば、これらに限定されるものではない。

## 【0021】

請求項2に記載の光学素子成形金型は、前記非晶質合金の組成に、パラジウムを30mol%以上50mol%以下の割合で含有することを特徴とする。この

ように、前記非晶質合金がパラジウムを30~50mol%含有すると、他の含有量の非晶質合金に比べ、非晶質合金の酸化性を大きく改善することができる。

## 【0022】

請求項3に記載の光学素子成形金型は、前記非晶質合金の組成に、アルミニウムを3mol%以下の割合で含有することを特徴とする。アルミニウムの含有量が少なければ、非晶質合金が酸化しても、光学成形面にアルミナの粒子が析出する割合が低いから、光学成形面の鏡面状態を維持することができる。前記非晶質合金の組成に、アルミニウムを全く含有しないことが、より好ましい。

## 【0023】

請求項4に記載の光学素子は、請求項1乃至3のいずれかに記載の光学素子成形金型を用いて成形されることによって、高精度の光学面形状を形成されることができる。

## 【0024】

請求項5に記載の光学素子は、プラスチック材料を素材とすると、前記光学素子成形金型を用いた成形に適している。

## 【0025】

請求項6に記載の光学素子は、ガラス材料を素材とすると、前記光学素子成形金型を用いた成形に適している。

## 【0026】

請求項7に記載の光学素子は、レンズであると好ましい。

## 【0027】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図4は、光学素子であるレンズを成形するための光学素子成形金型を示す断面図である。例えば非晶質合金MGから形成し光学成形面10aに機械加工を施して形成された光学素子用金型10と、同様にして形成した光学素子用金型11とを、それぞれ光学成形面10a、11a同士を対向させるようにして、ダイセット金型13、14に挿入し、溶融したプラスチック材料PLを光学素子用金型10、11間に射出し、更に冷却することで、所望の形状のレンズを得ることができる。

## 【0028】

(実施例)

図5に示すのは、非晶質合金Pd<sub>40</sub>Cu<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>P<sub>20</sub>を加熱軟化させてプレス成形後に、ダイアモンド切削した表面の微分干渉顕微鏡による観察結果である。従来の非晶質合金の観察結果である図1及び図2と比較すると、極めて平滑で良好な光学成形面が創成されているのがわかる。この表面粗さは、Rz 2.06 nmであった。ここで、表面粗さRzとは、JIS B 0601(1982)に準拠して測定した十点平均粗さをいう。図5をさらに拡大しAFMでの観察結果を示したものが図6であり、これから明らかなように粒状の構造は全く見られない。従って、パラジウム系の金属材料を加熱プレス成形しても酸化粒子は発生せず、金型光学面転写面の成形やダイアモンド切削による創成において、極めて良好な表面性が容易に得られることがわかった。光学素子成形金型の材料である非晶質合金の構成成分(Pd、Cu、Ni、P)の含有量を適宜変更した場合にも、Pdの含有量30～50mol%の範囲で著しく酸化性の改善が見られる以外は、同様の効果が得られた。また、Pd以外の構成成分を増減したり、変更したりする場合にも、それらと同様の結果であった。また、アルミニウムの含有量を3mol%以下に抑えた非晶質合金で、光学成形面を形成した場合、粒状の構造を著しく減少できることが確認された。

## 【0029】

## 【発明の効果】

本発明によると、高被削性、加熱プレス成形性、高硬度、高強度などの非晶質合金の優れた特徴を活かしながら、表面粗さの優れた光学成形面を有し、高効率、高精度、かつ安価に光学素子を成形できる光学素子成形金型及び、それに基づき形成された光学素子を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

無電界ニッケルメッキをダイアモンド切削した表面(平面)を原子間力顕微鏡(AFM)で観察した結果を示す顕微鏡写真である。

## 【図2】

非晶質合金Zr<sub>60</sub>Cu<sub>30</sub>Ni<sub>5</sub>Al<sub>5</sub>で、光学素子成形金型のプランク形状を加熱プレス成形した後に、光学成形面をダイアモンド切削で仕上げ、その被削面を微分干渉顕微鏡で観察した観察結果を示す顕微鏡写真である。

【図3】

従来技術の同じ切削サンプルのSEM写真に、EPMAで検出したAl分布像を重ねて示す合成画像である。

【図4】

光学素子であるレンズを成形するための光学素子成形金型を示す断面図である。

【図5】

非晶質合金Pd<sub>40</sub>Cu<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>P<sub>20</sub>を加熱軟化させてプレス成形後に、ダイアモンド切削した表面の微分干渉顕微鏡による観察結果を示す顕微鏡写真である。

【図6】

図5をさらに拡大しAFMでの観察結果を示した図である。

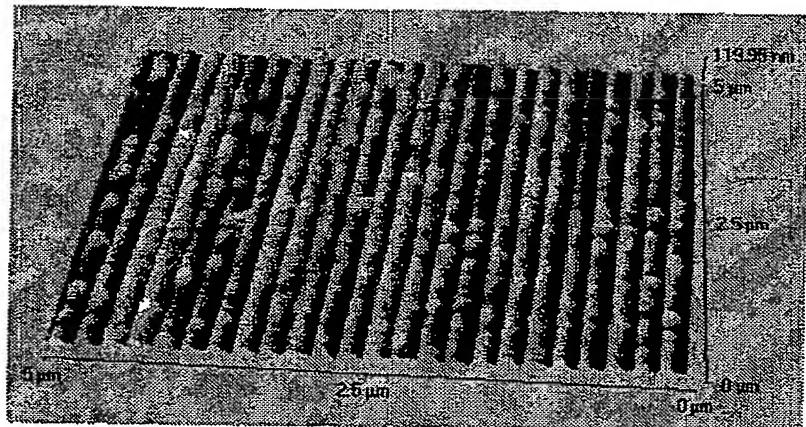
【符号の説明】

10、11 光学素子成形金型

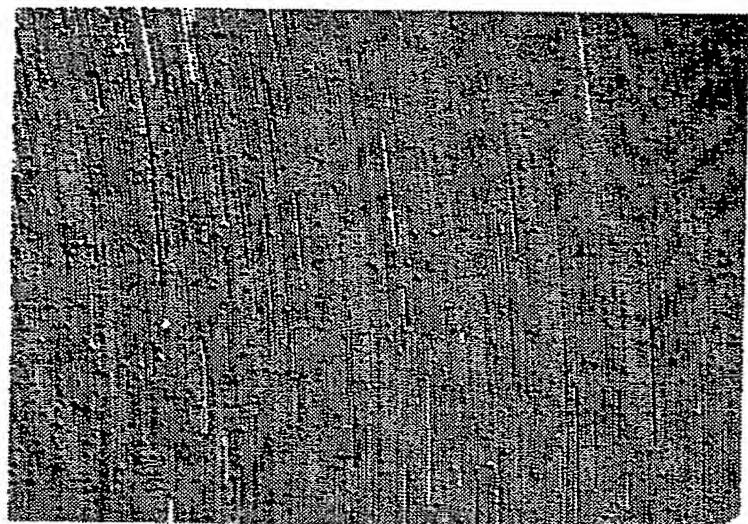
13, 14 ダイセット

MG 非晶質合金

【書類名】 図面  
【図1】

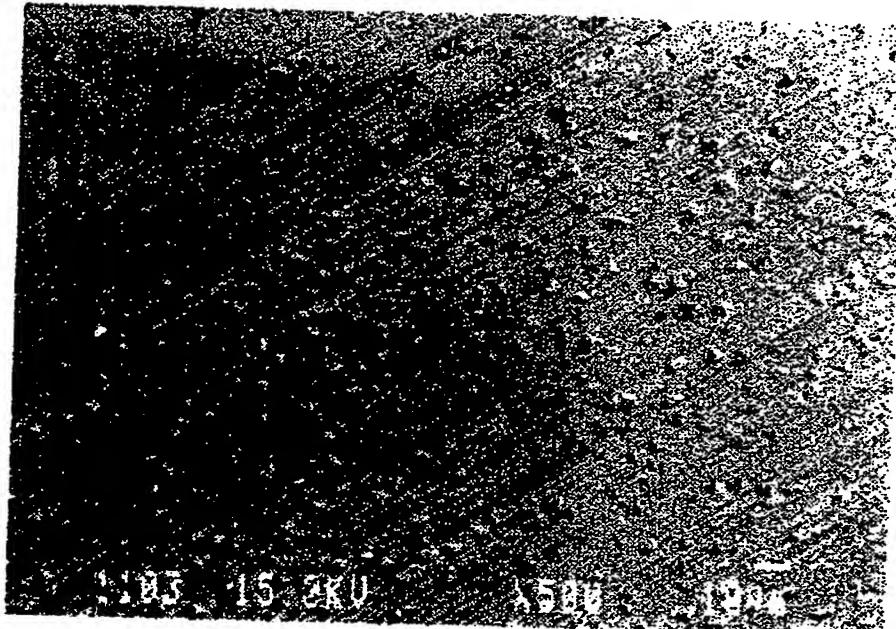


【図2】

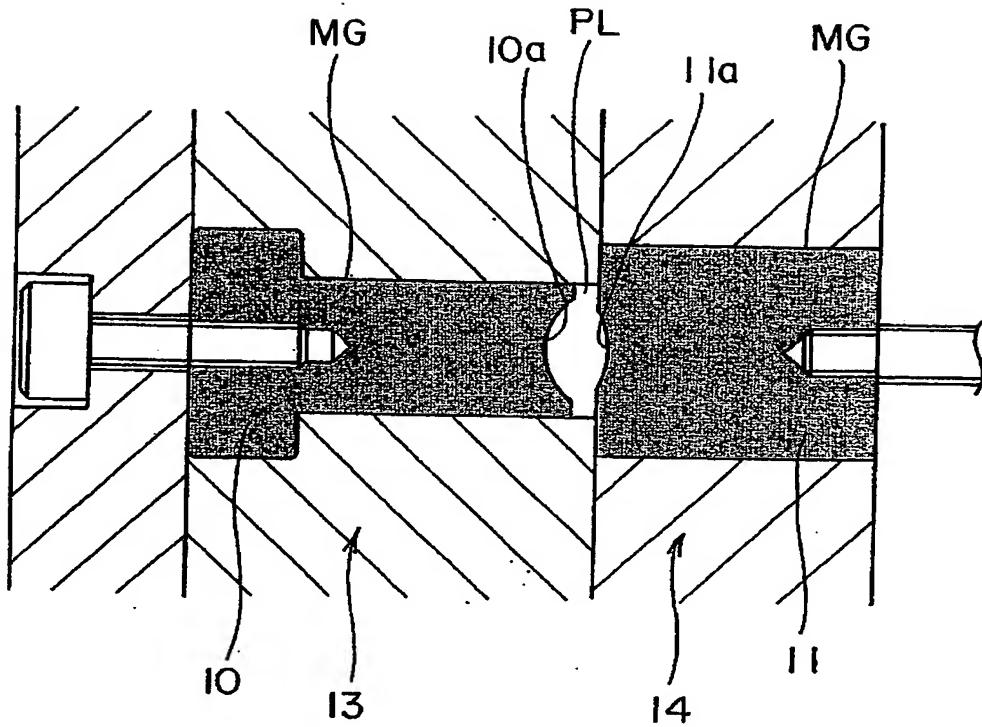


特2001-299689

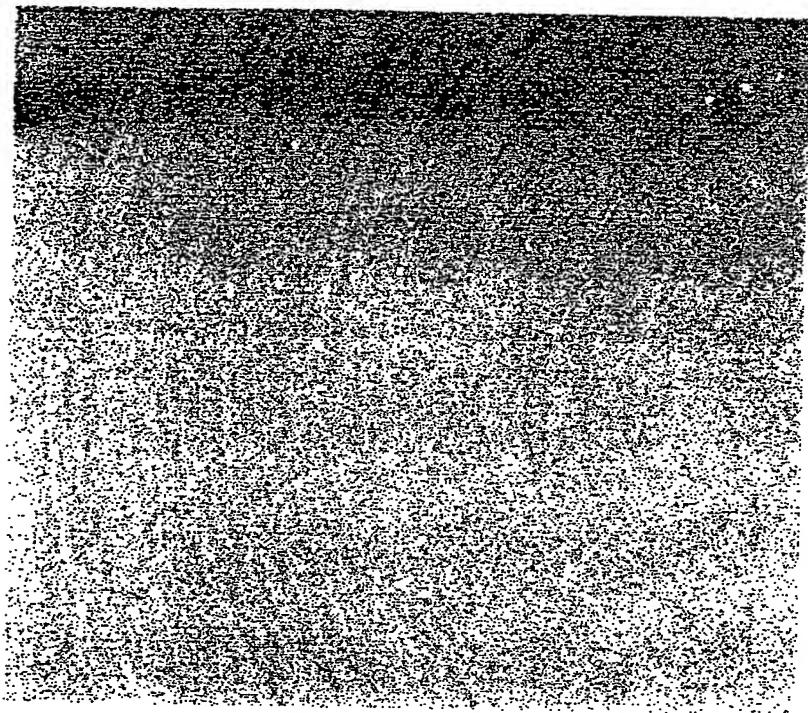
【図3】



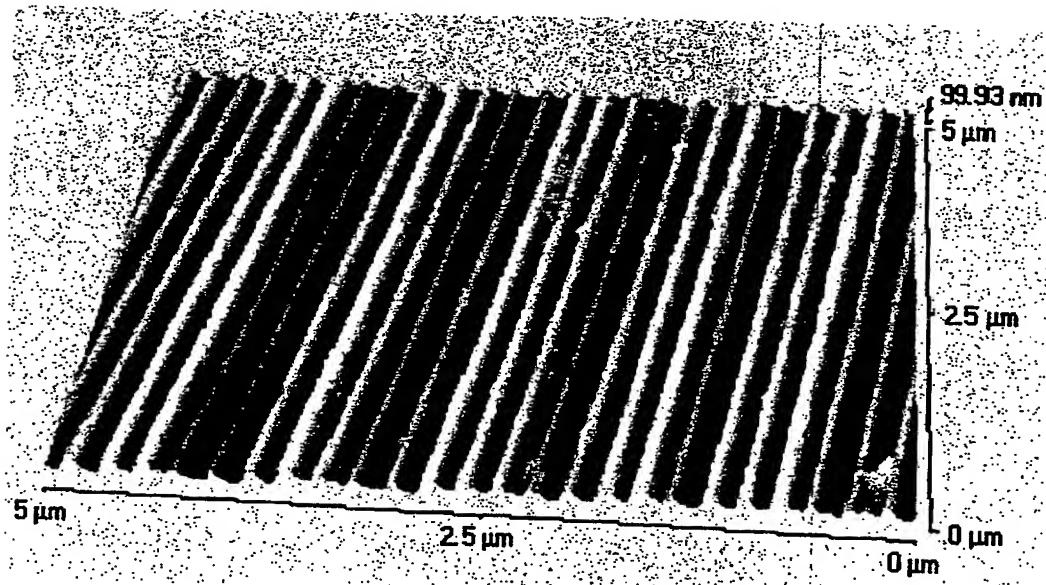
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

高被削性、加熱プレス成形性、高硬度、高強度などの非晶質合金の優れた特徴を活かしながら、表面粗さの優れた光学成形面を有し、高効率、高精度、かつ安価に光学素子を成形できる光学素子成形金型及び、それに基づき形成された光学素子を提供する。

【解決手段】

パラジウムを含有させることで、非晶質合金の光学素子成形金型材料としての優れた特性を活かしながら、利用上不可避である加熱プレス成形工程において、十分な表面粗さを確保できる非晶質合金を得ることができる。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-299689
受付番号	50101436518
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年10月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 9月28日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏名 コニカ株式会社



Creation date: 04-08-2003  
Indexing Officer: EWILSON - EDGAR WILSON  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 10079496

Legal Date: 30-07-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	CTRS	5

Total number of pages: 5

Remarks:

Order of re-scan issued on .....